



**Fastighet:** Högsbo 20:22 kontor  
**Fastighetsägare:** Harry Sjögren  
**Konsulter:** CIT Energy Management AB

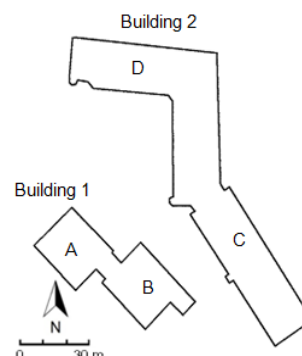
**Totalmetodiken**  
Etapp 3. Uppföljning

## Fastigheten och dess användning

**Byggår:** 1982 (A, B, C): 1986 (D)  
**Area:** 14543 m<sup>2</sup> A<sub>temp</sub>  
**Verksamhet:** Kontorsfastighet

Högsbo 20:22 kontor ligger i Göteborg och består av två kontorsbyggnader uppdelad i fyra sektioner: Hus A, Hus B, Hus C och Hus D. Fastigheten har kontorslokaler i fyra plan med vissa lagerdelar i bottenplan. Hus B inrymmer också en lunchrestaurang (ca 325 m<sup>2</sup>, 190 platser). I Hus D finns ett garage under markplan.

Ca 60 - 70 % av fastigheten var uthyrd år 2013 - 2014. Medelantal personer som är närvarande i kontorslokalerna är ca 170 personer under normal arbetstid mellan 08:00 och 18:00, måndag till fredag. Enligt fastighetsägaren kommer en del hyresgäst Anpassningar genomföras år 2015 och vakansgraden ska minskas till 15 %. Energibesparingspotentialen av åtgärds paketet ska bedömas enligt denna förutsättning. Detta fastställdes därför som ett nytt basfall för energieffektiviseringsåtgärderna. Huvudsyftet med renoveringen av Högsbo 20:22 var att införliva förbättringar av energiprestanda i den allmänna uppgraderingen av byggnaden i samband med planerade hyresgäst Anpassningar.



## Inneklimat

Inneklimatkraven på Högsbo 20:22 fastigheten motsvarar vanliga krav för kontorsmiljöer: lägsta temperatur vintertid + 21°C och sommartid + 23 °C; minimiluftflöden 7 l/s per person plus 0,35 l/s·m<sup>2</sup>. Enligt besiktningen i Etapp 1 fungerar fastigheten i stort sett bra och inneklimatkrav uppfylls i byggnaderna. De intervjuade hyresgästerna nämnde dock att i vissa kontorslokaler upplevs det termiskt klimat att vara något kallt vintertid.

Rumstemperaturen övervakades både i hus C och hus D under mätperioden i Etapp 3. Resultaten från mätningarna visar att inneklimatkraven är uppfyllda. Medel innetemperaturen under vintertid i Hus C var +21 °C. I hus D var innetemperaturer vintertid något högre än vad som krävs och som uppskattades i beräkningarna. Medeltemperaturen var +22.4 °C. Hus C hade något lägre inomhustemperatur på sommaren jämfört med uppskattningen, temperaturen var +21.6 °C. Medel inomhustemperatur under sommartid i hus D var +23.3 °C.

## Fastighetens status före åtgärder

### Byggnadsskal

Byggnadsskalet på de två byggnaderna i fastigheten anses vara i gott skick baserat på okulärbesiktning. De två byggnaderna i Högsbo 20:22 är lika i sin konstruktion. Byggnadernas yttreväggar är ställda på betongpelare och bjälklagen är gjord av platsgjuten betong. Bottenvåningen har fasad av tegel och de övre våningarna har fasad



av plåt. Det beräknade U-värdet för bottenvåningen är  $0.26 \text{ W/m}^2\text{K}$ , övervåningarna  $0.24 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Yttertaken för båda byggnaderna (förutom fläktrum) är gjorda av med platsgjuten betong med isolering (ca 250 mm mineralull) samt papptäckning. Fastigheten har träfönster med 3-glas isolerglas (U-värdet ca  $2.0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Hus D har aluminiumbeklädda träfönster. I alla trapphus finns fasta helaluminium glaspartier med 3-glasruta. Alla fönster är original från 80-talet, förutom tillbyggnad av restaurangdelen, som gjordes i början av 2000-talet.

## Värmesystem

Byggnaderna är anslutna till det lokala fjärrvärmenätet sedan 2003. Det finns två undercentraler i fastigheten: en i Hus A, som försörjer Hus A, B och C och en i Hus D, försörjer bara Hus D. Alla radiatorsystem är 1-rörssystem. Enligt uppgifter från driftstekniker och projektören fungerar många befintliga radiatorer dåligt, särskilt i Hus D och har successivt bytts ut till nya under sista åren, tillsammans med övriga hyresgäst-anpassningar. De flesta av radiatortermostaterna är original från 80-talet. Lågflödesinjustering gjordes i värmesystemen för ca 2 år sedan, men flödena justerades bara på primärsidan, ingen justering har gjorts på radiatorsidan. Det finns fläktluftvärmare i garaget i Hus D, som styrs manuellt (på/av), men enligt driftstekniker har de inte varit i drift under de senaste åren.

## Ventilation

Det finns totalt åtta till- och frånluftsaggregat som försörjer kontorslokaler och restaurangen. Drifttider för alla system är väl anpassat till verksamheten i lokalerna. De flesta av luftbehandlingsaggregaten är original, från 80-talet och visar tecken på slitage, som kan förväntas på grund av åldern av enheterna. Alla luftbehandlingsystem har någon typ av värmeåtervinning. Fyra aggregat har roterande värmeväxlare, alla andra aggregat använder återluft för värmeåtervinning. Enligt mätningar på plats ligger temperaturverkningsgraden för cirkulationsaggregaten mellan 60- 75 % och de andra aggregaten med roterande värmeväxlare ligger mellan 63 -75%. Alla system som försörjer kontorslokaler är utrustade med eftervärmnings- och kylbatterier på huvudkanaler. Idag styrs de alla efter nästan samma utetemperaturkurva och varierar mellan  $+ 19,5 \text{ }^\circ\text{C}$  till  $+ 20,5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Mätningar av fläkteffekt visar att systemen har ganska höga SFP-värden, för vissa system ca  $4.0 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ . Kontorslokalerna har konstantflödessystem (CAV). Beräknat luftflöde per  $\text{m}^2$  kontorsyta är ca  $1,6 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$  i Hus A och B, ca  $0,8 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$  i Hus C och ca  $1,8 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$  i Hus D. Enligt projektören behövs luftflödena i Hus C ökas för att anpassa till nya hyresgäster.

## Komfortkyla

Cirka 75 % av alla kontorslokaler har installerad komfortkyla med kylbafflar och enligt driftstekniker skall kylbafflar installeras för alla kontorslokaler i framtiden. Kylt vatten produceras med två kylmaskiner: en maskin försörjer Hus A och B och en maskin försörjer Hus C och D. Kylmaskinerna installerades 1995. Byte av kylmaskin har planerats pga tekniska problem i en av de maskinerna. Behov för en ny maskin förekommer också pga ökad belastning och att vattenburet kylsystem kommer att byggas ut i Hus C. Pumpar i kylsystemet i Hus C och D är i drift året runt. Enligt driftstekniker beror detta på serverrum som är anslutna till det centrala kylsystemet.

## Belysning

Belysningen utgörs i regel av lysrörarmaturer och lågenergilampor i enstaka rum, WC och förråd. De flesta av kontorslokaler har moderna T5-typ lysrörarmaturer, bara vissa lokaler har äldre T8-typ av lysrörarmaturer. Belysningssystem har uppgraderats i takt med hyresgäst Anpassningar, vilket kommer att göras också i framtiden. Belysningssystemen styrs manuellt i de flesta lokalerna, vissa kontorsrum och toaletter har närvarostyrning. I garaget finns akustiska närvarogivare. Utomhusbelysningen styrs med astronomisk klocka och med skymningsrelä.

## Utrustning

Kontorslokaler har standardkontorsutrustning: datorer, skrivare, kopieringsmaskiner, etc. Flera hyresgäster har egna serverrum, med mindre typ av serverutrustning. Varje hyresgäst har också ett eget pentry. Lunchrestaurangen har storköksutrustning: stekplattor, restaurangugn, pizzaugn, matblandare, kyl/frys, kylrum, grovdiskmaskin, etc. Restaurangen är en av de största hyresgästelanvändarna i fastigheten.

## Styr- och övervakningssystem

Alla de tekniska systemen är anslutna till det centrala styr- och övervakningssystemet KTC, som installerades 2007.



## Tappvarmvatten

Tappvarmvatten produceras med fjärrvärme med separat värmeväxlare. Den största vattenanvändaren i fastigheten är restaurangen.

### Energianvändning före åtgärder och basfall för energieffektivisering

	<i>Uppmätt före</i>	<i>Basfall</i>
Specifik energianvändning före åtgärder	121 kWh/m <sup>2</sup> ,år	121 kWh/m <sup>2</sup> ,år
<i>Varav</i>		
Värmeenergi (fjärrvärme)	57 kWh/m <sup>2</sup> , år	58 kWh/m <sup>2</sup> , år
Fastighetsel	33 kWh/m <sup>2</sup> , år	34 kWh/m <sup>2</sup> , år
Hyresgästel	31 kWh/m <sup>2</sup> , år	36 kWh/m <sup>2</sup> , år

Högsbo 20:22 har väldigt låg energianvändning jämfört med liknande befintliga kontorsbyggnader i Sverige. Den totala specifika energianvändningen år 2013-2014 var 90 kWh/m<sup>2</sup> per år (enligt BBR, exkl. hyresgästel) och ca 121 kWh/m<sup>2</sup> per år med hyresgästel. Det kan delvis förklaras med ganska låg beläggning i de uthyrda lokalerna. En del hyresgäst Anpassningar är planerade för de kommande åren i Hus C och D, vilket kommer att leda till en ökad energianvändning i fastigheten. Detta på grund av ökad användning av hyresgästel, ökat kylbehov och ökade ventilationsflöden. Därför har ett nytt basfall för fastighetens energianvändning beräknats, vilket visar att den totala energianvändningen för fastigheten kommer att öka med ca 5 %, till ca 128 kWh/(m<sup>2</sup>år).

### Identifierade åtgärder

För att nå lägre energianvändning krävs mer omfattande åtgärder där fokus bör ligga på luftbehandlings-systemen och klimatskalet. Totalt identifierades tolv energieffektiviseringsåtgärder i Etapp 1, varav sex av dem kom med i rekommenderat åtgärds paket. Rekommenderat åtgärds paket innehåller åtgärder för Hus C och D eftersom de åtgärderna kommer att genomföras vid kommande hyresgäst Anpassningar och enligt fastighetsägaren ska prioriteras först. Det bör också beaktas att det i utförda kalkyler har tagits hänsyn till att flera av installationstekniska systemen och byggnadstekniska konstruktioner är gamla. De flesta föreslagna åtgärderna kan därför räknas som underhållsåtgärd eller som en del av hyresgäst Anpassning och därför har bara en del av investeringskostnaden tagits med i energikalkylen. Flera åtgärder minskar också effektbehovet och effektkostnader.

Enligt åtgärdsförslagen ska gamla luftbehandlingsaggregat bytas ut och ventilationssystemen sektioneras så att luftflödena kan minskas i zoner som inte används. Kylmaskinen ska bytas ut och pumpdrift optimeras. Byte av termostater och injustering av radiatorssystem är också rekommenderade åtgärder liksom byte till energieffektiva pumpar i värmesystemen.

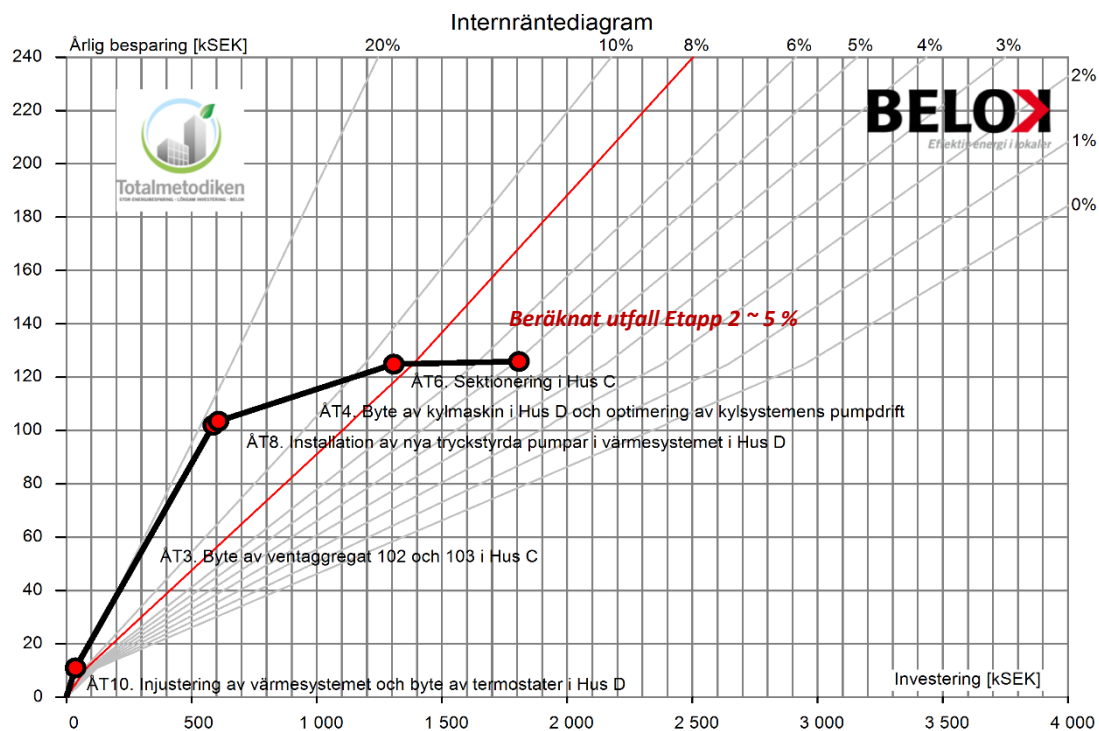
### Sammanställning av åtgärder i åtgärds paketet och genomförda åtgärder i Etapp 2

Ett antal justeringar gjordes till åtgärds paketet i Etapp 2. Åtgärd 3 (*Byte av ventilationsaggregat TA102 och TA103 i Hus C*), Åtgärd 4 (*Byte av kylmaskin i Hus C och D*) och Åtgärd 8 (*Byte av pumpar i värmesystemen till tryckstyrda pumpar i Hus D*) är genomförd som planerat. Åtgärd 6 (*Sektionering av ventilationsystem i Hus C och D*) har enbart genomförts för Hus C och Åtgärd 10 (*Byte av termostater och injustering av värmesystemen i Hus C och D*) har delvis genomförts. Injusteringen av hus C avvaktas tills vidare. Samma gäller även för Åtgärd 5 (*Byte av ventilationsaggregat TA104 och TA105 i Hus D*). Beräknad total energi- och kostnadsbesparingspotential samt lönsamheten för det i Etapp 2 genomförda åtgärds paketet jämfört med förslaget i Etapp 1 visas i tabellen nedan.



Åtgärd	Ettap 1			Ettap 2		
	Investering kSEK	Kostnadsbesparing kSEK/år	Total energibesparing MWh/yr	Investering kSEK	Kostnadsbesparing kSEK/år	Total energibesparing MWh/yr
1 ÅT3. Byte av ventaggregat 102 och 103 i Hus C	550	90	115	550	91	80
2 ÅT10. Injustering av värmesystemet och byte av termostater i Hus C och D	65	11	21	37	10	18
3 ÅT5. Byte av ventaggregat 104 och 105 i Hus D	602	62	70	-	-	-
4 ÅT8. Installation av nya tryckstyrda pumpar i värmesystemet i Hus D	21	1	2	21	1,5	2
5 ÅT4. Byte av kylmaskin i Hus D och optimering av kylsystemens pumpdrift	700	28	30	700	21	26
6 ÅT6. Sektionering i Hus C och D	1000	24	26	500	1	1
Sum	2938	217	264	1807	125	127

Beräkningarna, enligt den justerade åtgärds paketet i Etapp 2, visar att åtgärds paketet kommer att leda till samma energianvändning som före renoveringen, ca 120 kWh/m<sup>2</sup>,år, detta trots den ökad beläggning och hyresgäst Anpassningarna med ökat kylbehov och ökade ventilationsflöden. Dock kommer den beräknade energianvändningen för fastighetsdrift (BBR energi) vara ca 9 % lägre jämfört med de uppmätta värdena före, motsvarande ca 84 kWh/m<sup>2</sup>,år. Den total besparingspotential med åtgärds paketet kommer att vara cirka 7 % baserat på det nya basfallet. Driftskostnaderna kommer minska med ca 125 kSEK/år. Rekommenderat åtgärds paketet i Etapp 1 hade den totala energibesparingspotentialen ca 14 % jämfört med den nya basfallet.



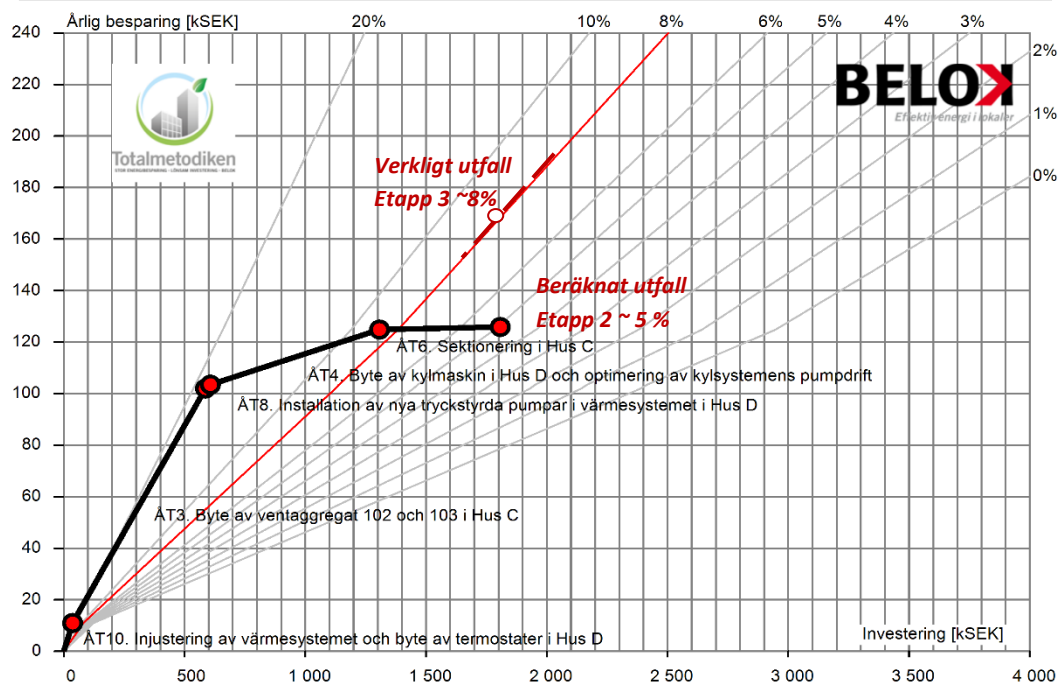
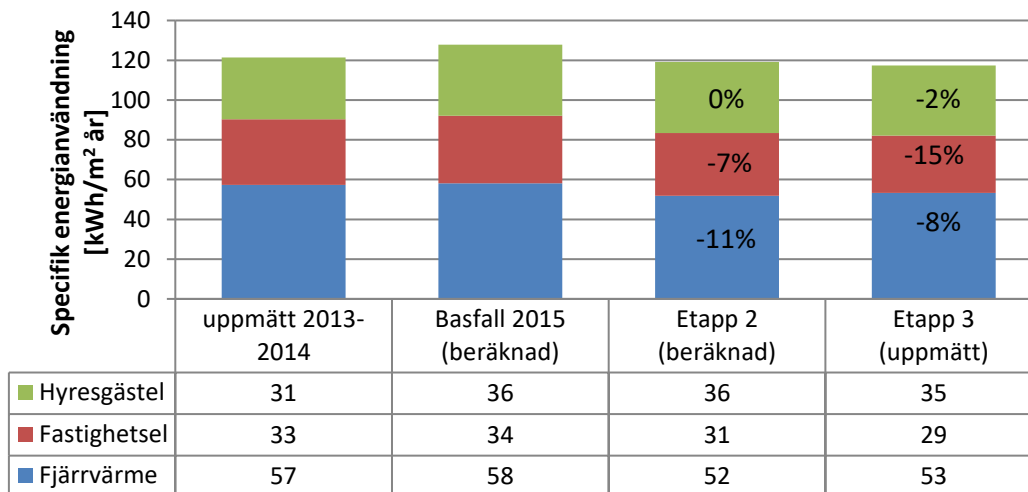
Den beräknade lönsamheten för uppdaterad åtgärds paketet i Etapp 2 är 4,8 % internränta. Energipriserna antas stiga med 2 % utöver inflationen. Den sista åtgärden i paketet, Åtgärd 6 (sektionering i Hus C och D), hamnar över kravlinjen, men har tagits med i åtgärds paketet eftersom åtgärden planerades att genomföras ändå. Den beräknade lönsamheten för rekommenderat åtgärds paketet i Etapp 1 var 5,5 % internränta.



## Sammanställning av mätning och uppföljning i Etapp 3

Etapp 1 av Totalmetodikens (framtagning av ett åtgärds paket) har genomförts i byggnaderna under hösten 2014 och de föreslagna energieffektiviserande åtgärderna genomfördes (Etapp 2) under våren- sommaren 2015. Mätning och uppföljning (Etapp 3) genomförts från oktober 2015 till september 2016. Det uppmätta resultatet i Etapp 3 visar att den totala energianvändningen i fastigheten (inkl. hyresgästel) har minskat ca 8 % i jämförelse med den nya beräknade basfallet och ca 3 % jämfört med uppmätta energianvändning före renoveringen. Detta innebär att trots den ökade beläggning och hyresgästanpassningarna med ökat kylbehov och ökade ventilationsflöden har energieffektiviseringen lett till minskad energianvändning i fastigheten. Den totala specifika energianvändningen för Högsbo 20:22 fastigheten efter renoveringar är ca 117 kWh/m<sup>2</sup> per år. Resultaten är i stort i enlighet med de uppskattningar som gjorts i Etapp 2. Energinvändningen för fastighetsdrift (BBR energi) minskade med ca 11 % jämfört med basfallet och ca 9 % jämfört med den uppmätta energianvändning före renoveringen och är ca 82 kWh/m<sup>2</sup> per år. Den något högre besparingar kan förklaras av ett mer energieffektivt kylaggregat och att mer energieffektiva kylsystempumpar installerades i kylbaffelsystemet för hus C och D.

Fastighetens totala energianvändningen



Den beräknade verkliga lönsamheten för åtgärds paketet i Etapp 3 är ca 8 %, vilket är inom fastighetsägarens lönsamhetskrav. Åtgärds paketet resulterade i en årlig besparing om 169 kSEK/år jämfört med basfall och om 116 kSEK/år jämfört med driftkostnader före renoveringen.